

ВІДГУК

офіційного опонента **Кунцяка Ярослава Васильовича**

на дисертаційну роботу **Рачкевича Руслана Володимировича**

«Розвиток наукових основ забезпечення працездатності колон бурильних і насосно-компресорних труб на ділянках свердловин із геометричними недосконаlostями», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.12 – машини нафтової та газової промисловості

I. Ступінь актуальності обраної теми

Забезпечення працездатності деталей, механізмів і машин є надзвичайно важливою народногосподарською проблемою. Не виключенням є і нафтогазова галузь, зокрема колони бурильних і насосно-компресорних труб. Адже саме від їх роботи залежить ефективність освоєння й експлуатації покладів вуглеводів. Особливо гостро дана проблема постає з огляду на надзвичайно важкі умови експлуатації бурильних і насосно-компресорних труб. Жолоби, каверни, викривлення осі свердловин, особливо локальні, зумовлюють цілий спектр додаткових навантажень, які інтенсифікують втомні процеси в елементах згаданих колон, призводячи до втрати працездатності. Відтак актуальність дисертаційної роботи поза сумнівом.

Як відомо, міцність, зокрема втомна, є основним критерієм забезпечення працездатності. Тому вирішення поставленої в роботі проблеми здійснюється шляхом розвитку існуючих і розробленню нових математичних моделей, методів і обладнання для оцінки напружено-деформованого стану та прогнозування втомної довговічності колон бурильних і насосно-компресорних труб враховуючи особливості їх експлуатації у вище зазначених умовах.

Практичне значення та актуальність дисертаційної роботи підтверджується її виконанням у відповідності до програм науково-дослідних робіт: «Розроблення методів управління процесом спорудження скерованих свердловин в сланцевих і вугільних відкладах», номер державної реєстрації 0112U004157; «Науково-організаційні засади нарощування видобутку вітчизняних нафти та газу та диверсифікації постачання енергетичних ресурсів для підвищення енергетичної безпеки України», номер державної реєстрації 0115U007099.

II. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій Рачкевича Р.В. зумовлена проведеним критичним аналізом літературних джерел за темою дисертаційного дослідження; чіткістю та коректністю постановки й розв'язання розглянутих в роботі завдань; використанням загальновідомих і апробованих методів опору матеріалів,

механіки стрижнів, критеріїв втомної міцності, кінетичної теорії втоми, тензометрії та статистики; взаємним порівнянням результатів математичного й фізичного моделювання явищ, що розглядаються в роботі, а також їх співставленням із відомими напрацюваннями інших науковців.

III. Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукову новизну роботи можна сформулювати наступним чином:

– дістав подальший розвиток метод моделювання колон бурильних труб за допомогою балок, що зазнають повздовжно-поперечного згину, шляхом розроблення розрахункових схем, які дозволяють проводити обчислення приймаючи до уваги необмежену кількість точок контакту із стінкою свердловини та ділянок труб із різними геометрично-ваговими характеристиками;

– вперше, опираючись на положення механіки стрижнів, розроблено математичну модель, а на її основі і ряд методів, які дозволяють встановити форму пружної осі колони бурильних або насосно-компресорних труб, нормальні та дотичні напруження в її поперечному перерізі та реакції зі стінкою просторово викривленої із довільною кривиною свердловини, геометричні параметри якої отримуються безпосередньо за результатами промислової інклінометрії та профілометрії;

– запропоновано й обгрунтовано використання локального напруження безпосередньо перед фронтом втомної тріщини в якості одного із аргументів функції С-критерію. Це дало можливість підвищити точність прогнозування втомної довговічності різьбових з'єднань бурильних і насосно-компресорних труб;

– вперше застосовано еквівалентне напруження у трипараметричному рівнянні кривої втоми для прогнозування довговічності елементів бурильних і насосно-компресорних труб за одночасної дії в їх поперечному перерізі нормальних і дотичних напружень.

IV. Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях

Наукові положення, висновки й рекомендації, отримані автором, в повному обсязі відображені в опублікованих працях і пройшли апробацію на міжнародних науково-практичних конференціях і симпозіумах.

За темою дисертаційної роботи опубліковано 30 робіт, з яких 21 у фахових українських та закордонних виданнях, а також виданнях, що занесені до наукометричних баз; 2 – патенти України на винахід і корисну модель; 7 – у збірниках праць та тез міжнародних конференцій.

Одноосібно дисертантом написано 7 праць. З публікацій, які вийшли у співавторстві, Рачкевичем Р.В. в рукописі дисертації використано тільки власні наукові результати.

V. Оцінка структури та змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Рачкевича Р.В. складається із вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків.

У вступі обґрунтовано вибір теми дослідження, вказано на зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету та завдання дисертації, її наукову новизну та практичну цінність. Окреслено об'єкт і предмет дослідження, обґрунтовано достовірність результатів. Вказано на особистий внесок здобувача в опублікованих матеріалах наукових досліджень. Охарактеризовано структуру та обсяг дисертації.

У першому розділі роботи наведено результати кількісного аналізу відмов колон бурильних і насосно-компресорних труб. Зазначено, що число аварій із ними суттєво не зменшилося, а отже проблема забезпечення працездатності бурильних і насосно-компресорних труб залишається актуальною. З огляду на обраний напрямок наукових пошуків, дисертантом проаналізовано відомі роботи по дослідженню напружено-деформованого стану та прогнозуванню втомної довговічності колон бурильних і насосно-компресорних труб. Вказано, що додаткової уваги потребують питання, що стосуються проведення розрахунків для умов каверно- та жолобоутворення, локальних перегинів свердловин, врахування впливу локального та складного напруженого стану на ресурс елементів бурильних і насосно-компресорних труб. На основі цього дисертантом сформульовано мету та завдання дисертаційного дослідження.

Другий розділ роботи присвячено методичним засадам експериментальних досліджень, які проводилися в межах дисертації. Зокрема розроблено лабораторний стенд для оцінки напружено-деформованого стану моделей колон бурильних і насосно-компресорних труб. Поряд із цим наведено критерії подібності, які встановлюють взаємозв'язок між моделлю та натурною колоною. З метою визначення внутрішнього згинального моменту в поперечному перерізі бурильних труб безпосередньо під час експлуатації, дисертантом запропоновано конструкцію та виготовлено дослідний зразок спеціального пристрою та розроблено методику для оброблення результатів його показів. Також розроблено та виготовлено силову головку до лабораторного стенду УКІ-6І, яка дозволяє проводити дослідження втомі елементів бурильних і насосно-компресорних труб за випадкових навантажувальних без зупинки для налаштування амплітуди згину експериментальних зразків.

У третьому розділі дисертації розроблено ряд математичних моделей, які лягли в основу методів оцінки напружено-деформованого стану колон бурильних

і насосно-компресорних труб. Зокрема запропоновано узагальнену математичну модель, яка базується на положеннях опору матеріалів щодо згину балок. Вона дає можливість проводити розрахунки за довільної кількості точок контакту зі стінкою свердловини та ділянок колони із різнити геометрично-ваговими характеристиками за дії як поперечних, так і осьових зусиль. Також, опираючись на положення механіки гнучких стрижнів, розроблено математичну модель, яка дозволяє аналізувати деформації, нормальні та дотичні напруження у поперечному перерізі бурильних або насосно-компресорних труб, що експлуатуються у свердловині із віссю абсолютно довільної просторової кривини. В цьому ж розділі наведено алгоритми для визначення допустимого прогину та розв'язку системи диференціальних рівнянь пружної рівноваги колони.

Четвертий розділ роботи детально розкриває суть методу оцінки напружено-деформованого стану бурильної колони, що експлуатується на ділянці свердловини із жолобом або каверною. Розрахунки можна проводити як для прямолінійних інтервалів із довільною величиною зенітного кута, так і для ділянок, де відбувається його рівномірне збільшення чи зменшення. При цьому вважається, що вісь свердловини лежить в одній площині. Метод передбачає врахування як осьових так і поперечних зусиль. При цьому бурильна колона може контактувати із протилежними частинами стовбура. Також в дисертаційній роботі розроблено підхід, який дає можливість оцінити напружено-деформований стан бурильної колони, що стискається у горизонтальному стовбурі свердловини. Варто відзначити, що запропонований метод дає можливість оцінити вплив форми колони на силу переміщення труб у свердловині, що є важливою практичною задачею.

У п'ятому розділі дисертації досліджується вплив ділянок свердловин, де відбувається одночасна зміна зенітного та азимутального кутів із довільною інтенсивністю, на напружено-деформований стан колон бурильних і насосно-компресорних труб. Розроблені в роботі методи дозволяють одержувати функцію пружної осі вказаних колон, визначати нормальні та дотичні напруження в їх поперечному перерізі й величини та напрямки реакцій зі стінками стовбура. В межах даних міркувань розглянуто і так звані локальні перегини свердловин. На основі розрахунків автором зроблено висновок, що вказані умови суттєво підвищують рівень нормальних напружень від згину в поперечному перерізі бурильних і насосно-компресорних труб. Стосовно останніх також зазначено, що величина напружень змінюється циклічно, а це може інтенсифікувати втомні процеси. Також в даному розділі роботи наводяться результати лабораторної та промислової апробації теоретичних викладень на основі вихідних даних і безпосередніх досліджень проведених на реальних свердловинах.

Шостий розділ дисертації присвячений розвитку методів прогнозування втомної довговічності елементів бурильних і насосно-компресорних труб. Зокрема доведено, що використання у рівнянні С-критерію руйнування

локального напруження безпосередньо перед фронтом втомної тріщини замість номінального напруження в небезпечному перерізі різьбового з'єднання, дозволяє збільшити точність розрахунку кількості циклів до настання граничного стану на 25 %. Для врахування впливу на втомну довговічність нормальних і дотичних напружень у трипараметричному рівнянні кривої втоми використано їх еквівалентну величину, отриману згідно із узагальненим критерієм міцності. Перевагою запропонованого методу є можливість використання емпіричних коефіцієнтів кривої втоми, які отримані під час експериментальних досліджень за дії виключно нормальних напружень у небезпечному перерізі. Це, в свою чергу, дозволяє зменшити кількість вартісних випробовувань елементів бурильних і насосно-компресорних труб. В кінці розділу наведено зразки номограм, які дозволяють, уникнувши громіздких розрахунків, визначати довговічність бурильних труб у криволінійній ділянці свердловини враховуючи її інтенсивність викривлення, початковий зенітний кут і діаметр.

На завершенні дисертації наведено загальні висновки, список використаних посилань і додатки, що містять фотокопії документів, які підтверджують впровадження результатів роботи у виробництво, промислову апробацію та патентний захист розробленого обладнання.

VI. Зауваження до дисертаційної роботи

1. Лабораторний стенд для дослідження напружено-деформованого стану моделей колон бурильних і насосно-компресорних труб не враховує наявність замків або з'єднувальних муфт. Дисертація би значно виграла, якби таке врахування було здійснене.

2. У підрозділі 5.1 автором проводиться оцінка напружено-деформованого стану бурильної колони у локальному перегині свердловини № 10 Одеського родовища. При цьому зазначено тільки інтервал глибин, де знаходиться даний локальний перегин. В тексті дисертації варто би було вказати, на основі яких міркувань чи критеріїв вибрано саме цей інтервал глибин, а, наприклад, не якийсь інший.

3. У підрозділі 5.3. проведено порівняльний аналіз діаграм зміни нормальних напружень від згину насосно-компресорних труб у криволінійному стовбурі свердловин. Втім, по тексту слід би було наголосити, що така картина навантаження буде виключно за умови видобування вуглеводнів штанговими глибинними насосами, а не, наприклад, відцентровими насосами чи газліфтним способом.

4. У підрозділі 5.4 розглядається напружено-деформований стан компонування низу бурильної колони без, та із одним опорно-центрувальним елементом. Втім, судячи із розрахунків, не враховується довжина ОЦЕ.

5. Як відомо, колони бурильних і насосно-компресорних труб експлуатуються в корозійному середовищі, часто дуже агресивному. Проте у розділі 6 дисертації ідеться мова тільки про втому, а не корозійну втому.

6. В тексті дисертації зустрічаються граматичні, орфографічні та стилістичні помилки. У розділі 4 містяться два рисунки, які, на відміну від всіх інших ілюстрацій, виконані «в ручну», а тому виглядають не вигідно на загальному фоні рукопису дисертації.

VII. Висновок по дисертаційній роботі в цілому

Загалом дисертаційна робота Рачкевича Р.В. «Розвиток наукових основ забезпечення працездатності колон бурильних і насосно-компресорних труб на ділянках свердловин із геометричними недосконаlostями» є завершеною науковою працею, яка спрямована на вирішення важливої науково-прикладної та господарської проблеми забезпечення працездатності колон бурильних і насосно-компресорних труб у похило-скерованих і горизонтальних свердловинах із локальними перегинами та жолобами чи кавернами на стінках.

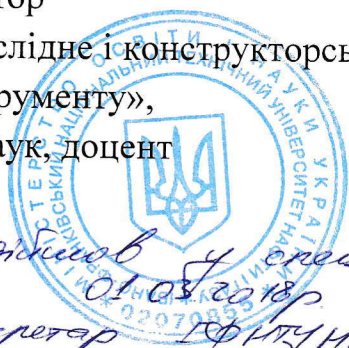
Матеріал викладено стисло та лаконічно, робота в достатній мірі ілюстрована та оформлена відповідно до вимог Державного стандарту України та вимог атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України.

Тема та зміст дисертаційної роботи цілком відповідає спеціальності 05.05.12 – машини нафтової та газової промисловості, за якою вона подана до захисту.

Автореферат дисертації лаконічно та в повному обсязі відображає основний зміст, положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи.

Вважаю, що дисертаційна робота «Розвиток наукових основ забезпечення працездатності колон бурильних і насосно-компресорних труб на ділянках свердловин із геометричними недосконаlostями» за актуальністю, науковою новизною та практичною цінністю, необхідною кількістю публікацій й рівнем апробації повністю відповідає вимогам «Положення про присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р., а її автор Рачкевич Руслан Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.12 – машини нафтової та газової промисловості.

Генеральний директор
ПрАТ «Науково-дослідне і конструкторське
бюро бурового інструменту»,
доктор технічних наук, доцент



Я.В. Кунцяк

*Відрук надіслав у електронному вигляді
Дод. 052.041
Генеральний секретар*

13. Грудня 1